

中国建筑学会标准

寒地建筑多性能目标优化设计
技术标准
(征求意见稿)

Technical specification for
multi-objective performance optimization design of
buildings in cold regions

哈尔滨工业大学

前 言

为了落实中国建筑学会《中国建筑学会标准管理办法》的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考相关国际标准和国外先进标准，编制了《寒地建筑多性能目标优化设计技术标准（征求意见稿）》。

本标准的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 优化设计流程；4. 性能目标；5. 优化设计参量；6. 约束条件。

本标准由中国建筑学会负责管理，由哈尔滨工业大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送哈尔滨工业大学《寒地建筑多性能目标优化设计技术标准》编制组（地址：黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 66 号 1510 信箱，邮政编码 150006）。

本标准主编单位：哈尔滨工业大学

本标准参编单位：清华大学；

西安建筑科技大学；

天津大学；

哈尔滨工业大学建筑设计研究院

XXXXXX

XXXXXX

目 次

1 总 则	1
2 术 语	3
3 优 化 设 计 流 程	6
3.1 一般规定.....	6
3.2 建筑信息与环境信息集成.....	7
3.3 优化设计参量与性能目标映射.....	9
3.4 多性能目标导向优化搜索.....	10
4 性 能 目 标	12
4.1 一般规定.....	12
4.2 建筑能耗性能目标.....	12
4.3 建筑物理环境性能目标.....	13
4.4 建筑结构性能目标.....	14
4.5 建筑碳排放性能目标.....	14
4.6 建筑经济性能目标.....	15
5 优 化 设 计 参 量	16
5.1 一般规定.....	16
5.2 形态空间类优化设计参量.....	16
5.3 材料构造类优化设计参量.....	17
5.4 设备运行类优化设计参量.....	18
6 优 化 约 束 条 件	20
6.1 一般规定.....	20
6.2 优化设计参量约束条件设定.....	20
6.3 性能目标约束条件设定.....	21
6.4 边界参量约束条件设定.....	21
本标准用词说明	23
引用标准名录	24

1 总 则

1.0.1 为贯彻国家有关节能减排的方针政策 and 法律法规，改善寒地人居环境，规范和指导寒地建筑设计，使其多性能目标优化做到技术先进、准确适用、科学客观，制定本标准。

1.0.1 寒地环境气候恶劣，全年温度、日照时长波动大。维持人居环境舒适度所需的建筑能源消耗大，根据《中国建筑能耗研究报告（2018）》，建筑能耗占我国能源总消耗量的 20.6%，其中北方采暖地区的单位面积能耗约为非采暖地区的 4 倍，因此寒地建筑性能优化潜力更大。寒地建筑性能受到日照辐射、温湿度、天光亮度和风向风速等多环境因素影响，设计参量对环境变化的敏感度高，通过对设计参量的优化，可以显著提高建筑的各项性能。因此，在寒地建筑设计过程中需关注建筑设计参量改变对建筑性能的影响，并加以科学优化，对降低建筑能耗、改善寒地人居环境具有重大意义。

1.0.2 本标准规定了寒地建筑多性能目标优化设计技术流程，以及性能目标、优化设计参量和优化约束条件设定方法。

1.0.2 寒地建筑多性能目标优化设计技术流程由建筑与环境信息集成、优化设计参量与性能目标映射关系建构和多性能目标优化搜索三组逐层递进的子流程构成。技术标准规定了各流程阶段的相应成果和上下游数据，建筑设计人员可对照本标准进行流程梳理和数据准备，为寒地建筑多性能目标优化设计提供技术指导和规范依据。

1.0.3 本标准适用于寒地新建或改扩建建筑项目的建筑多性能目标优化设计过程。

1.0.3 本标准对寒地建筑多性能目标优化设计过程进行了规范，可以应用于新建或改扩建建筑项目的方案设计、扩初设计以及施工图设计等不同阶段。

1.0.4 寒地建筑多性能目标优化设计，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

1.0.4 符合国家法律法规和现行相关标准是进行寒地建筑多性能目标优化设计的前提条件。本标准重点阐述了与寒地建筑设计主要建筑性能多目标优化设计过程相关的内容，并未涵盖建筑所应有的全部性能要求，故当涉及到本标准未提及内容时应符合国家现行有关标准的规定，如现行国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2014、《绿色办公建筑评价标准》GB/T 50908-2013、《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015、《建筑照明设计标准》GB 50034-2013、《既有建筑绿色改造评价标准》GB/T 51141-2015、《绿色照明检测及评价标准》GB/T 51268-2017、《建筑采光设计标准》GB 50033-2013、《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015，

行业标准《民用建筑绿色设计规范》JGJ/T 229-2010、《既有采暖居住建筑节能改造技术标准》JGJ 129-2000、《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26-2010 建筑热环境测试方法标准》JGJ/T 347-2014、《建筑遮阳热舒适、视觉舒适性能检测方法》JG/T 356-2012 以及现行地方标准《绿色建筑设计标准》DB 11-938-2012 等。

2 术 语

2.0.1 寒地建筑

位于严寒地区和寒冷地区的建筑。

2.0.1 《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 中将我国划分为 5 个一级热工分区。严寒地区是指最冷月平均温度 $\leq -10^{\circ}\text{C}$ 或日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数 ≥ 145 天的地区；寒冷地区是指最冷月平均温度满足 $-10^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ ，日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数为 90~145 天的地区。寒地建筑即位于严寒和寒冷地区的建筑。

2.0.2 建筑能耗

广义建筑能耗是指从建筑设计、材料制造、建筑施工，一直到建筑使用和拆除的全过程能耗。

狭义的建筑能耗是指建筑的运行能耗，是建筑在运行维护阶段人们日常用能，如采暖、空调、照明、设备等的能耗。

2.0.2 单位建筑能耗是反映建筑能源消费水平和节能降耗状况的主要指标。为兼顾计算效率与准确性，寒地建筑能耗常以建筑运行能耗计算，其主要组成部分为建筑采暖能耗。

2.0.3 性能目标

建筑设计过程中追求优化的建筑性能水平。

2.0.3 在建筑设计过程中，都有一个或多个追求目标，寒地建筑性能优化设计的性能目标主要包括建筑能耗性能、物理环境性能、结构性能、碳排放性能、经济性能等建筑性能指标的优化。性能目标可以用设计变量的函数来加以描述，在优化设计中称为目标函数。当给定一组设计变量值时，就可计算出相应的目标函数值。目标函数通常有显式和隐式两种表现形式：前者指具体的函数方程；后者没有明确的函数式，指基于仿真模拟法、人工神经网络等程序计算的结果，是一种设计参量与性能目标的映射关系。建筑多性能目标优化的目标函数常常是基于模拟结果、神经网络预测结果的隐式目标函数。

性能目标优化过程就是通过对设计参量的优化选择使目标函数值达到最佳值的过程。最佳值可能是极大值，也可能是极小值，利用目标函数值来衡量方案的优劣。利用遗传算法进行优化搜索的过程中，目标函数可直接或经过转换后作为评价解适应度的函数。

2.0.4 多性能目标优化

多个性能目标在耦合状态下寻求相对最优解的过程。

2.0.4 建筑多性能目标优化过程是指在多个目标函数共同作用下，通过限定建筑设计参量的值域范围，使多个性能目标函数通过耦合运算，在限定区域得出建筑设计参量的最优解的优

化过程。

2.0.5 优化设计参量

拟通过调整其数值来改善性能目标的建筑设计参量。

2.0.5 在构成一项建筑设计方案的全部参数中，可能有一部分参数根据实际情况预先确定了数值，它们在优化过程中始终保持不变，另一部分参数则是需要优选的参数，它们的数值在优化设计过程中是变化的，这类参数称为优化设计参量。

优化设计参量的数目越多，其设计空间的维数越高，能够组成的设计方案的数量也就越多，因而设计的自由度也就越大，从而也就增加了问题的和复杂程度。一般来说，优化设计搜索过程的计算量是随优化设计参量数目的增多而迅速增加的。因此，应该恰当地确定优化设计参量的数目。本标准中的优化设计参量主要指对优化设计性能目标具有显著影响的建筑设计参量，包括建筑形态、围护结构构造、设备运行参数等。

2.0.6 解空间

指优化问题所有可行解集合构成的优化搜索空间。

2.0.6 解空间亦被称为可行域、可行集或搜索空间。建立建筑多目标优化模型时，必须选定 n 个建筑优化设计参量，并使其满足问题约束。一组优化设计参量的可能取值构成了一个 n 维向量，称为设计向量，亦被称为可行解，所有可行解构成的向量空间即为解空间。解空间的维度与优化设计参量个数相等，是优化问题的初始候选解决方案集，也是建筑多性能目标导向下优化设计方案的搜索空间。

2.0.7 非支配解

假设任何二解 S_1 及 S_2 对所有目标而言， S_1 均优于 S_2 ，则我们称 S_1 支配 S_2 ，若 S_1 的解没有被其他解所支配，则 S_1 称为非支配解。

2.0.7 非支配解亦被称为非劣解，在某个非支配解的基础上改进任何目标函数的同时，必然会削弱至少一个其他目标函数。所有坐落在非支配解集中的解皆不被解空间内的其它解支配，因此非支配解较其他解而言拥有最少的目标冲突，可提供设计者一个较佳的选择空间。

2.0.8 非支配解集

在解空间中，所有非支配解的集合被称为非支配解集。

2.0.8 解空间可以被划分为非支配解组成的非支配解集，以及非支配解集之外的解。非支配解集内的解在目标性能的表现上要优于解空间内的其它解，因此多目标优化搜索需要使搜索到的解尽可能逼近非支配解集并且具有多样化特征。在实际的优化搜索中，通过增加迭代次数来逼近非支配解集。可将不同代解在同一图表中绘制，观察解的收敛情况。

2.0.9 建筑与环境信息集成

基于建筑、环境数据潜在互动作用规律，应用参数化建模方法将离散分布的建筑信息和环境数据有序组织为具有参数约束关系的系统模型的过程。

2.0.9 建筑植根于自然环境，建筑性能受环境因素影响而变化；同时，建筑几何、材料、构造和运行性能表现差异也影响着其所在室外环境性能。因此，建筑与环境之间存在互动作用。建筑环境信息集成过程并非仅是对上述信息进行收集整理，而是在对建筑、环境信息收集的基础上，应用参数化编程和建筑信息建模技术建立建筑信息、环境信息和建筑与环境交互信息的参数约束关系；应用建筑性能模拟技术，基于环境信息计算相应的建筑性能数据；建立建筑信息、环境信息和性能数据的参数约束关系，使建筑环境信息由无约束的离散分布状态转变为基于建筑环境互动作用规律的相互关联、相互影响的系统模型。

2.0.10 建筑性能映射

包含名词和动词两方面含义。名词含义为建筑设计参量与建筑性能目标之间的对应关系；动词含义为建构建筑设计参量与建筑性能目标之间的对应关系。

2.0.10 “映射”的名词含义为两项元素集合之间的元素对应关系，动词含义为建构两项元素集合之间的元素对应关系。本标准所讨论的建筑设计参量与性能映射关系建构是指建构建筑设计参量与建筑性能目标之间对应关系的过程。

2.0.11 边界参量

在多性能目标优化设计过程中非优化设计参量的其他设计参量或模拟设定参量。

2.0.11 本标准中的边界参量主要包括性能模拟边界条件参量、遗传优化边界条件等，其表现形式多为常量。

2.0.12 约束条件

符合设计任务、客观规律要求的优化设计参量数值以及相互关系的限制条件。

2.0.12 建筑多性能目标优化设计不仅要使选择方案的目标性能逼近最优，还必须满足在实际设计任务中的设计条件和客观规律限制要求，这样所得到的解才是可行的。一个可行设计必须满足相关设计限制条件，这些设计限制条件称为约束条件。

根据建筑多目标优化约束的性质不同可分为边界类约束和固有约束，边界类约束又称实际约束，是按实际要求限定设计变量的取值范围；固有约束是依据客观规律、设计标准所导出的，必须满足的约束条件，如建筑结构性能目标优化设计时构件需满足的强度和刚度条件。

3 优化设计流程

3.1 一般规定

3.1.1 寒地建筑多性能目标优化设计宜包含以下三组子流程，各子流程逐层递进。具体实施时，可根据实际情况对以下内容进行微调，但应做出说明。

- 1) 子流程一：建筑信息与环境信息集成；
- 2) 子流程二：优化设计参量与性能目标映射；
- 3) 子流程三：多性能目标导向优化搜索。

3.1.1 建筑信息与环境信息集成是建筑多性能目标优化设计的第一项子流程，宜在建筑方案设计阶段展开。建筑设计者通过建筑信息与环境信息集成，构建包含建筑、环境和性能信息的多学科数据的系统模型。

若该子流程在应用中存在建筑信息不完善的问题，宜基于相关标准限值或参考同类型工程案例在合理范围内预设相关参数，待其确定后，通过参数调整来更新建筑、环境与性能信息，无需重新进行建筑信息与环境信息集成。

优化设计参量与性能目标映射是建筑多性能目标优化设计的第二项子流程，可在建筑设计的方案阶段、扩初阶段和施工图设计阶段展开。映射的输入与输出参量应具有较高的相关性，可通过敏感性分析、相关性实验来确定映射输入与输出参量类型，选取 n 个设计参量和 m 个建筑性能目标，建立起从 n 维建筑设计向量空间到 m 维建筑性能目标函数空间的映射模型。该子流程构建的映射模型是进行多性能目标导向优化搜索的必要条件。

多性能目标导向优化搜索是建筑多性能目标优化设计的第三项子流程，可在建筑设计的方案阶段、扩初阶段和施工图设计阶段展开。多性能目标导向优化搜索以子流程二中构建的设计参量与性能映射模型计算适应度函数，基于子流程一构建的建筑环境信息模型展开优化设计参量数值寻优。该子流程在设定的迭代次数内以建筑性能目标为导向，得到的设计参量解集逐代向性能目标更优的范围收敛。

3.1.2 优化设计工具应采用可靠且得到广泛验证的软件工具。

3.1.2 优化设计工具应保证可靠性，因此应尽量采用可靠软件开发企业或专门科研机构开发的多目标优化设计软件，以保证多目标优化设计的科学性。

3.1.3 优化算法应具备多性能目标寻优能力。

3.1.3 Zitzler 和 Thiele 在 20 世纪末相继提出了 SPEA(Strength Pareto Evolutionary Algorithm)

和 SPEA2 遗传优化算法。SPEA 与 SPEA2 算法能够借助外部种群来保存迭代计算过程中获得的非支配解，并按一定比例将保留的非支配解引入下一轮迭代计算，从而在一定程度上提高了遗传优化效率。同时期，NSGA-II 算法也被提出。相比 NSGA 算法，NSGA-II 算法整合了快速非支配排序算法，将父代种群跟子代种群进行交叉，降低了计算繁复度，同时引入了精英保留策略，提高了优化精度与速度，而且应用了拥挤度及其比较算子，更好地保留了种群多样性。2008 年，Bader 和 Zitzler 提出了基于超空间指标考虑的超空间体估算多目标优化算法(Hypervolume Estimation Algorithm, HypE)，该算法强化了解集质量评价方式，达成了对非支配解集的量化评价，利于获得分布更均匀的建筑参数相对最优解，更适于应对性能目标较多的建筑设计问题。

3.2 建筑信息与环境信息集成

3.2.1 建筑信息与环境信息集成子流程启动于寒地建筑多性能目标优化设计的方案阶段，并可根据扩初设计阶段和施工图设计阶段的信息集成需求，补充、更新建筑、环境和性能信息。

3.2.1 方案阶段的建筑设计决策是扩初设计和施工图设计决策制定的基础。若建筑设计前期对于建筑、环境和性能信息的考虑不全面，会导致方案阶段设计决策制定过程缺乏多学科数据支持，影响建筑的多性能水平。因此，建筑信息与环境信息集成子流程应启动于寒地建筑多性能目标优化设计的方案阶段。

3.2.2 建筑信息与环境信息集成子流程上游数据为设计任务书规定的建筑信息，以及建筑基地周边地貌、气候、毗邻建筑等环境信息。

3.2.2 建筑信息与环境信息集成子流程上游数据包括需集成的建筑信息和需集成的环境信息两方面，其为建筑优化设计参量和性能目标选择提供了类别选择。

建筑信息包括建筑形态空间几何信息，建筑围护结构材料和构造信息，以及建筑运维信息。建筑形态空间几何信息包括建筑平面形式、建筑体量和建筑开窗三类，其中建筑平面形式类参量包括建筑开间、进深、平面几何形式、建筑朝向等内容；建筑体量类参量则包括建筑层高、层数、建筑形体缩放、旋转和倾斜控制参量等内容；而建筑开窗类参量则包括了开窗形式、角度、各朝向窗墙比、开窗高度、宽度和窗台高度参量等内容。构造与材料信息包括围护结构各层材料、热工参数、力学性能参数、材料厚度等。运行信息则包括空间使用时间和运行负荷两方面内容。空间使用时间包括单位面积人员数量，采暖、制冷和人工照明设备运行时间，通风时间等；运行负荷则包括单位面积建筑采暖、制冷、照明设备负荷，设备启动条件如制冷设备启停温度，采暖设备启停温度和冷热风供给温度等。

环境信息包括了地域气候和场地环境两方面信息。地域气候信息是建筑所处地区、城市的典型年气候数据,具体包括地理坐标数据、环境逐时干球温度、相对湿度、露点温度数据、室外逐时风速与风向信息、日照直射辐射量、散射辐射量、日照直射照度、天空散射照度、水平全局照度和逐时气压等信息。场地环境信息则是建筑场地地形、周边建筑、道路关系情况。场地地形信息则主要为场地高程信息,以及能够对场地局地风环境和日照辐射、自然采光产生影响的地形信息。周边场地建筑信息具体包括场地内既有建筑信息、对拟建建筑形成日照遮挡的周边建筑信息以及对场地局地风环境能够产生显著影响的周边建筑信息。道路信息则具体包括场地周边道路分布信息和高程信息。

3.2.3 建筑信息与环境信息集成子流程阶段成果为建筑环境信息模型,下游数据为建筑优化设计参量信息和建筑性能信息。

3.2.3 建筑信息与环境信息集成子流程下游数据包括集成的需优化设计参量信息和建筑性能信息。可依据优化需求选择建筑优化设计参量信息和建筑性能信息,其为优化设计参量与性能目标映射的建立提供数据支持。

需优化设计参量信息可为建筑形态、构造、运行等方面的参量信息,例如:建筑形态参量信息有建筑朝向、平面形式、体形系数、建筑层高、开间进深比、窗墙比等;建筑构造参量信息有材料种类、构造方式、保温层厚度、窗构造形式、玻璃性能、材料力学性能等;建筑运行信息有设备类型、设备运行模式、设备运行时间、设备运行效率等。

性能信息可为建筑能耗性能、物理环境性能、结构性能、碳排放性能、经济性能等内容。例如,建筑能耗性能信息可包含采暖能耗、制冷能耗、照明能耗、设备耗能等信息。物理环境性能信息可包含热舒适性能、自然采光性能等信息。结构性能信息可包括抗震性、耐久性等信息。碳排放性能信息可包含建筑运行维护阶段的碳排放量、建筑全生命周期碳排放量等信息。经济性能信息可包含建筑施工阶段的一次性经济投入及建筑全生命周期总经济投入等信息。

3.2.4 建筑信息与环境信息集成子流程需依托建筑信息建模技术、建筑性能模拟技术和参数化编程技术。

3.2.4 建筑信息与环境信息集成子流程整合了建筑信息建模技术、建筑性能模拟技术和参数化编程技术。建筑信息建模技术是实现建筑信息、环境气候数据和建筑性能信息集成的技术基础;建筑性能模拟技术是建筑性能信息集成的技术基础;参数化编程技术可以实现不同信息平台的数据交互和关联。

3.2.5 建筑环境信息集成子流程不仅需集成建筑信息和环境信息,还应建立建筑信息之间、

建筑、环境和性能信息之间的参数化关联关系。

3.2.5 建筑环境信息集成是后续优化设计参量与性能映射关系建构子流程的基础，后者需要基于前者所集成的建筑、环境与性能信息进行建筑优化设计参量与性能映射关系建构。同时，在寒地建筑多性能目标优化设计过程中，建筑与环境信息集成还应实现多学科数据的有序叠加和参数关联，提高建筑多性能目标优化设计信息化水平。

3.2.6 建筑环境信息模型宜具备集成标准形态建筑信息和非标准形态建筑信息的能力。

3.2.6 随着技术和时代的发展，建筑形态更加自由，建筑美学愈发多元，因此建筑环境信息模型具备同时集成标准建筑形态和非标准建筑形态的能力十分重要。

3.3 优化设计参量与性能目标映射

3.3.1 优化设计参量与性能目标映射子流程启动于建筑信息与环境信息集成子流程后，其基于子流程一集成的建筑、环境和性能信息建构优化设计参量与性能目标的映射关系，可在方案阶段、扩初阶段和施工图阶段根据建筑与环境信息更新情况多次展开。

3.3.1 优化设计参量与性能目标映射子流程在建筑环境信息集成基础上，建立建筑优化设计参量与建筑性能目标的映射关系。该流程适用于建筑设计过程的任何阶段，可展开多次优化设计参量与性能目标映射。

3.3.2 优化设计参量与性能目标映射子流程上游数据为建筑优化设计参量信息和建筑性能信息。

3.3.2 优化设计参量与性能目标映射子流程上游数据即建筑信息与环境信息集成子流程的下游数据。对于基于统计学和机器学习的映射建模过程需采用建筑优化设计参量信息和建筑性能信息进行映射模型训练、校正和验证。建筑设计参量需根据设计规律和实际工程项目情况确定，由于建筑设计中的变量多为具有一定模数的离散变量，设计参量在不同维度上可选择不同的步长，依据具体情况确定各维度的上下限值。建筑性能目标信息依据子流程一中建立的建筑与环境、性能信息之间的参数化关联关系生成。

3.3.3 优化设计参量与性能目标映射子流程阶段成果为优化设计参量与性能目标映射模型，下游数据为建筑多性能数据。

3.3.3 优化设计参量与性能目标映射模型是优化搜索过程中适应度函数计算的基础，其数据表现为不同建筑优化设计参数组合下的建筑多性能数据。

3.3.4 建立优化设计参量与性能目标映射模型可采用统计学模型、性能仿真模拟软件、机器学习工具等。

3.3.4 统计学模型可基于数学统计方法，通过试验测定数据，经过数理统计法求得各优化设计参量与性能目标之间的映射关系。神经网络模型、支持向量机模型等机器学习技术工具能够在建筑多性能目标优化设计中基于建筑设计参数预测建筑相关性能指标。相比于统计学模型预测值，神经网络模型与支持向量机模型等工具的预测值与目标值呈现出更高的相关系数和决定系数。性能仿真模拟软件可通过建筑性能仿真模拟获得建筑优化设计参量与性能目标数据组，为统计学模型和机器学习模型的建立提供数据支持。

3.3.5 优化设计参量与性能目标映射子流程的上游数据建筑优化设计参量和相应的建筑性能目标参量数据组值域应符合实际工程项目可行性要求，且满足拟优化问题可能性探索需求。

3.3.5 优化设计参量与性能目标映射子流程上游数据中的建筑优化设计参量值域应根据建筑、结构和暖通空调设计相关规范和建筑功能需求确定，且设计参量步长符合建筑模数。如：面宽和进深作为设计变量宜以 100mm 为模数确定取值，其上下限设置要满足设计规范和建筑功能需求；而构造层厚度作为设计变量宜根据具体构造设计问题设置 10mm、30mm 等取值模数，其上下限设置要满足施工情况，使其在工程实践中具有可行性。同时，优化设计参量值域和步长的确定也要参考其与性能目标的敏感性和相关性水平，且满足拟优化问题可能性探索需求。

3.4 多性能目标导向优化搜索

3.4.1 多性能目标导向优化搜索子流程启动于优化设计参量与性能目标映射子流程后，其以子流程二得出的映射模型评价可行解性能目标水平，展开多性能目标导向下的建筑设计参量优化搜索，可在方案阶段、扩初阶段和施工图阶段多次展开。

3.4.1 多性能目标导向优化搜索子流程在优化设计参量与性能目标映射子流程的基础上，根据映射模型在建筑设计解空间内进行寻优搜索。本标准建议采用启发式算法，以迭代改进模式逐步趋近所优化问题的相对最优解，初代种群数对优化搜索效果具有显著影响，应结合优化设计问题特征及解空间规模来确定初始种群数，较高的种群数利于充分探索建筑设计可能性，但也会增加优化设计耗时，若种群数过低则会导致建筑设计可能性探索不充分；同时，采用的映射模型类型对优化搜索耗时也有显著影响，相比建筑性能仿真模拟软件，基于统计学模型和机器学习模型的映射模型往往预测效率更高。多性能目标导向优化搜索能在多性能目标导向下，对解空间范围内的建筑设计参量数值展开优化，可应用于方案设计、扩初设计和施工图设计等多个阶段。

3.4.2 多性能目标导向优化搜索子流程上游数据为建筑环境信息模型输出的建筑优化设计参

数组，以及优化设计参量与性能目标映射模型输出的建筑多性能目标信息。

3.4.2 多性能目标导向优化搜索子流程上游数据分别来自子流程一建筑环境信息模型输出的建筑优化设计参量信息，以及来自子流程二映射模型输出的建筑设计参量优化数值相应的建筑性能目标信息。优化搜索算法以建筑性能目标为适应度评价指标，评价在迭代过程中每一代解的适应度水平，每一个适应度会有对应的建筑优化设计参量数值。达到较优建筑性能目标水平的解会在优化搜索中被认定具有较高的适应度从而被筛选出来并保留。

3.4.3 多性能目标导向优化搜索子流程阶段成果为多性能目标权衡考虑下的建筑设计非支配解集，下游数据为相对最优的建筑优化设计参量数值组。

3.4.3 作为多性能目标导向优化搜索子流程阶段性成果的建筑设计参量非支配解集应已收敛，且未陷入局部最优。下游数据来源于对非支配解集的筛选和决策，设计者应提出对优化解集的合理评价方法，以得出相对最优建筑优化设计参量数值组。

3.4.4 多性能目标导向优化搜索子流程依托遗传优化搜索技术、建筑信息建模技术、建筑多性能预测技术展开。

3.4.4 多性能目标导向优化搜索子流程是遗传优化搜索、建筑环境信息建模和建筑多性能预测的耦合工作过程。

3.4.5 多性能目标导向优化搜索子流程计算得出的非支配解集宜表达为多轴向的二维解集图。

3.4.5 多性能目标导向优化搜索需考虑的建筑性能多为 3-5 项，得出的非支配解集数据点在多个维度下存在分析困难，在进行决策筛选时不能直观反映各非支配解的数据特征及与其它解之间的关联关系，且高维优化结果难以用二维图像呈现。因此，需要采用降维方法绘制不同性能之间的二维解集图。如果得出的非支配解集个数较多，或是需要进一步了解非支配解之间的联系，可对数据进行可视化聚类分析，将具有相似数据特征的解归为一类，利用箱线图分析每一类内部的数据特征，辅助进行设计决策。

4 性能目标

4.1 一般规定

4.1.1 应根据设计任务要求与设计问题特征确定性能目标,且选取过程应基于建筑的地域性,与建筑性能评价指标紧密结合。

4.1.1 性能目标决定着建筑性能优化的方向与结果,代表了建筑多性能目标优化设计旨在实现的建筑性能,应体现建筑的地域性需求。建筑能耗性能、物理环境性能、结构性能碳排放性能、经济性能等性能指标经常作为建筑多性能目标优化设计的性能目标。可根据不同的设计任务要求和设计问题特征选取不同的建筑性能作为性能目标。

4.1.2 应兼顾建筑各性能要求选取性能目标,所选择的性能目标间宜具有负相关关系,实现多性能目标的权衡考虑。

4.1.2 相同建筑设计参数的调整对于不同建筑性能的影响具有差异性,甚至是存在矛盾关系的。建筑设计中可能涉及的矛盾性性能较多,若不便于同时选取,则需要在呈现负相关关系的两类建筑性能中至少各选择一项来制定性能目标,实现对建筑性能的复合权衡考虑。

4.1.3 应选取与拟解决的设计主要矛盾问题紧密相关的建筑性能作为性能目标。

4.2 建筑能耗性能目标

4.2.1 寒地建筑能耗性能目标应能反映寒地建筑能耗情况,应以采暖能耗为主,宜同时考虑制冷能耗、照明能耗和通风能耗、主要功能设备能耗等。

4.2.2 寒地公共建筑能耗性能目标宜以单位建筑面积年能耗量计算,单位可为 $\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 、 $\text{kgce}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 、 $\text{Nm}^3/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 、 $\text{GJ}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$;居住建筑能耗性能目标宜以户均年能耗量计算,单位可为 $[\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{a}\cdot\text{H})]$ 和 $[\text{m}^3/(\text{a}\cdot\text{H})]$ 。

4.2.2 根据《民用建筑能耗分类及表示方法》GB/T 34913-2017 建筑能耗涉及的能源种类为电力、化石能源、冷/热量等。其中冷/热量(单位: GJ)可按标准所述方法折算为电力(单位: $\text{kW}\cdot\text{h}$)或化石能源(标准煤/标准天然气)(单位: kgce/Nm^3);化石能源按照其对应的供电能耗折合,其中标准煤为 $1\text{kW}\cdot\text{h}\text{电}=0.318\text{ kgce}$,标准天然气为 $1\text{kW}\cdot\text{h}\text{电}=0.2\text{m}^3$ 。本标准推荐公共建筑综合能耗性能目标采用单位面积年耗电量 $\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ 为单位,亦可根据能耗的不同类型采用 $[\text{kgce}/(\text{m}^2\cdot\text{a})]$ (标准煤能耗)、 $[\text{Nm}^3/(\text{m}^2\cdot\text{a})]$ (标准天然气能耗)、 $[\text{GJ}/(\text{m}^2\cdot\text{a})]$ (冷热量能耗)等单位;而居住建筑能耗性能目标则

宜以户均年能耗量计算各项能耗指标 $[\text{kW} \cdot \text{h}/(\text{a} \cdot \text{H})]$ 和 $[\text{m}^3/(\text{a} \cdot \text{H})]$ 。

4.2.3 所选取的寒地建筑能耗性能的评价指标应能反映全年 8760 小时运行时间内的建筑能耗水平。

4.2.3 建筑能耗性能目标指的是建筑使用过程中的运行能耗，包括由外部输入、用于维持建筑环境(如供暖、供冷、通风和照明等)和建筑内各类活动的用能，不包括建筑材料制造和建筑施工过程的用能。由于建筑能耗与外界环境因素变化关系密切，因此，寒地建筑性能评价指标应采用能够反映周期性变化的建筑全年运行能耗水平。

4.3 建筑物理环境性能目标

4.3.1 寒地建筑物理环境性能目标应能反映使用者对环境的舒适度感受，宜涵盖热舒适性能、天然采光性能、自然通风性能、声环境性能等。

4.3.1 寒地建筑物理环境性能目标的优化有助于提高建筑使用的舒适性，为人们提供更优质的使用体验。寒地常见建筑物理环境性能目标有热舒适性能、天然采光性能、自然通风性能、声环境性能等。可根据拟解决的主要设计问题和使用需求，依据国家和地方的相关规范进行选取。

4.3.2 寒地建筑物理环境性能目标应以常用的评价指标进行评价，且计算条件允许时宜采用多评价指标对同一性能目标进行多方面评价。

4.3.2 寒地建筑物理环境性能目标应以常用的指标进行评价，包括现行标准与规范、国内外权威学术文献中的评价指标。例如：热舒适性能目标宜基于平均热感觉指数（PMV）和预测不满意百分数（PPD）两项指标展开评价。计算条件允许时，寒地建筑热舒适性能目标可采用考虑全年工作时间内热舒适总体水平的全年热不舒适时间百分比（TPMVD）评价寒地建筑室内热舒适性能。对于自然采光性能，性能目标宜兼顾采光系数等静态性能指标采光系数（Daylight Factor, DF）以及全天然采光评价（Daylight Autonomy, DA）和有效天然采光照度评价（Useful Daylight Illuminances, UDI）等动态性能指标。计算条件允许时宜考虑眩光性能评价，可以用 UDI2000 评价建筑眩光性能，计算条件允许时宜以 DGP 评价建筑眩光性能。

4.3.3 寒地建筑物理环境性能评价指标应能反映建筑全年 8760 小时运行时间内的建筑物理环境性能水平。

4.3.3 由于建筑物理环境受外界环境变化影响显著，因此，寒地建筑物理环境性能评价指标应能反映建筑物理环境的周期性变化。

4.3.4 当建筑过大或由于其他原因导致无法对建筑物理环境性能进行一次性评价或一次性评价结果不准确时，可对建筑进行分区域评价。

4.3.4 当建筑体量过大、形体较为复杂或空间类型较多，无法对建筑物理环境性能进行一次性评价或一次性评价结果不准确时。可根据具体的项目情况，以具有相似物理环境性能为依据对建筑物理环境进行分区后评价。

4.4 建筑结构性性能目标

4.4.1 寒地建筑结构性性能目标应能反映建筑主体结构的耐久性能或安全性能，宜涵盖建筑建筑结构的抗震性、防火性、防水性等。

4.4.1 寒地建筑结构性性能目标的优化有助于提高建筑物的防灾性能，使建筑物的耐久性、使用安全系数增高。可根据拟解决的主要设计问题进行目标选择，在提高建筑物的抗灾性能，延长使用年限，提高建筑物经济效益的同时，满足人们多样化的使用需求。

4.4.2 寒地建筑结构性性能目标应以常用的评价指标进行评价，且计算条件允许时宜采用多评价指标进行多方面评价。

4.4.2 寒地建筑结构性性能目标应以常用的指标进行评价，包括现行标准与规范、国内外权威学术文献中的评价指标。评价指标应涵盖对于正常条件下结构可靠性和意外灾害条件下结构防灾性能的度量标准。当计算条件允许时，宜采用多指标进行多方面评价，使建筑性能的优化更加全面。

4.4.3 寒地建筑结构性性能评价指标应能反映建筑全生命周期内的建筑结构性性能水平。

4.4.3 建筑结构的可靠度、对于使用要求的满足程度等重要评价内容是在规定的时间内，即设计使用年限内进行评价的，因此寒地建筑结构性性能评价指标应能反应建筑全生命周期内的建筑结构性性能水平，使优化结果满足其在使用年限内的结构性性能需求。

4.4.4 当建筑结构过于复杂或由于其他原因导致无法对建筑结构性性能进行一次性评价时，可对建筑进行分区域评价。

4.4.4 当建筑结构过于复杂，如采用多种结构组合的建筑，或者不同部分建筑结构需满足的性能标准不同等情况时，可根据具体项目情况对建筑结构进行分区，一般以同类结构或满足相近的结构性性能目标等作为分区的标准。

4.5 建筑碳排放性能目标

4.5.1 寒地建筑碳排放性能目标应能反映建筑温室气体排放量的能力，应包括二氧化碳排放

量，宜同时考虑甲烷、氧化亚氮、氢氟碳化物、全氟化碳、六氟化硫等的排放量。

4.5.1 由于二氧化碳是建筑排放温室气体的主要组成部分，因此寒地建筑碳排放性能应主要考虑二氧化碳排放量，如计算条件允许，宜增加对甲烷、氧化亚氮、氢氟碳化物、全氟化碳、六氟化硫等温室的考虑。

4.5.2 寒地建筑物碳排放性能目标宜以运行维护阶段碳排放量进行评价，当计算条件允许时宜同时考虑材料生产阶段、施工建造阶段、拆解阶段及回收阶段的碳排放量进行整体评价。

4.5.2 依据《建筑碳排放计量标准》CECS 374-2014，将建筑全生命周期碳排放分为材料生产阶段、施工建造阶段、运行维护阶段、拆解阶段及回收阶段 5 个单元过程。建筑运行维护阶段的碳排放量是建筑全生命周期总排放量的主要组成部分，可用建筑运行维护阶段的碳排放量直接进行建筑碳排放量评价。若计算条件允许，可同时考虑材料生产阶段、施工建造阶段、拆解阶段及回收阶段的排放量进行全方位、精确评价。

4.5.3 寒地建筑碳排放性能评价指标应能反映建筑全生命周期内的建筑碳排放性能水平。

4.5.3 建筑碳排放过程始终贯穿从材料生产阶段至回收阶段的全建筑生命周期，因此寒地建筑碳排放性能评价指标应能体现建筑在全生命周期内的建筑总体碳排放水平。

4.6 建筑经济性能目标

4.6.1 寒地建筑经济性能目标应能反映建筑全生命周期总经济投入或工程建设一次性经济投入水平，宜包括建筑运行阶段费用或建筑工程材料费，可同时考虑人工费、施工机具使用费、企业管理费等。

4.6.1 建筑的经济投入主要为建筑施工建造阶段的一次性经济投入和建筑全生命周期总经济投入。建筑运行阶段的费用是建筑全生命周期总经济投入的主要组成部分，可用其代替建筑全生命周期总经济投入进行经济性评价。由于人工费、施工机具使用费和企业管理费等因地域、政策等因素影响波动较大，因此在建筑设计阶段由材料费代替建筑施工建造阶段的一次性经济投入可兼顾设计效率和准确性，当计算条件允许时可进一步考虑人工费、施工机具使用费、企业管理费等进行全方面评价。

4.6.2 寒地建筑经济性能目标应以常用的评价指标进行评价，且计算条件允许时宜采用多评价指标进行多方面评价。

4.6.2 寒地建筑经济性能目标应以常用的指标进行评价，包括现行标准与规范、国内外权威学术文献中的评价指标。例如可基于施工成本进行经济性评价，若计算条件允许时，可结合能效比进行建筑全生命周期经济性评价。

5 优化设计参量

5.1 一般规定

5.1.1 优化设计参量应基于地域性特征选择，且必须符合建筑设计和施工建造客观规律。

5.1.1 寒地建筑优化设计参量不仅要回应寒地气候特征，紧密结合室外温度、光环境和日照辐射影响等气候条件，还必须符合设计建造客观规律。可根据不同阶段的建筑设计任务选择建筑形态空间、材料构造和设备运行等设计参量作为优化设计参量。

5.1.2 寒地建筑优化设计参量应与建筑性能目标具有较高的相关性，其相关性水平可基于仿真模拟实验确定。

5.1.2 寒地建筑优化设计参量需与建筑多性能目标具有较高的相关性水平，因为若所选取建筑优化设计参量与多性能目标相关性低，将无法通过所选取设计参量的数值调整来优化建筑多性能目标，优化设计过程也难以收敛。考虑到实地测量不适于新建建筑，故可以采用仿真模拟实验来确定建筑优化设计参量与多性能目标的相关性水平。

5.1.3 通过建筑性能仿真模拟实验确定建筑优化设计参量与性能目标相关性水平的过程中，宜以建筑优化设计参量为变量，通过逐项控制变量的实验方法获得优化设计参量与多性能目标数据组，再应用统计分析工具，通过相关性分析、方差分析等确定优化设计参量与多性能目标的相关性水平。

5.1.3 多设计参量综合作用下建筑性能变化难以反映单个设计参量与性能目标的相关性，需要进行控制变量实验。根据设计参量的约束条件分别设定控制变量实验中各项设计参量的值域和模拟数值步长，从而使控制变量实验能够符合实际工程客观规律。控制变量实验结果不仅能反映建筑优化设计参量与性能目标之间的量化关系，还能在一定程度上表明建筑优化设计参量对性能目标的影响程度。

5.2 形态空间类优化设计参量

5.2.1 影响建筑能耗性能的形态空间类设计参量可从影响建筑与周围环境的热交换面积和日照得热等方面考虑，包括但不限于：建筑朝向、平面形式、体形系数、建筑层高、开间进深比、窗墙比。

5.2.1 调整建筑体形系数、平面形式等参量可改变建筑自身与周围环境热交换面积，从而影响建筑能耗；调整建筑朝向、窗墙比等参量可改变建筑日照得热量，从而影响建筑能耗。

5.2.2 影响建筑物理环境性能的形态空间类设计参量主要考量对建筑光环境、风环境、声环境以及热环境有影响的因素，包括但不限于：建筑开间、建筑进深、开间进深比、体形系数、建筑层高、窗宽、窗高、窗墙比、窗台高度、开窗位置。

5.2.2 调整建筑开间、窗台高度、窗高、窗宽等会对建筑采光情况产生影响；调整开窗位置等会对建筑通风效果产生影响；调整建筑层高、开间进深比等会对建筑声场分布产生影响；而调整体形系数、窗墙比等会对建筑热环境产生影响。

5.2.3 影响建筑结构性能的形态空间类设计参量主要考量对建筑主体结构抗震性有影响的因素，包括但不限于：建筑开间、建筑进深、开间进深比、墙柱尺寸、建筑层高、建筑高宽比、开窗位置、窗墙比。

5.2.3 调整建筑开间、建筑进深、开间进深比、建筑层高等可改变建筑形体，从而影响建筑抗震性；墙柱尺寸、开窗位置、窗墙比等可改变主体结构自身力学特性，从而影响建筑抗震性。

5.2.4 影响建筑碳排放性能的形态空间类设计参量可从影响建筑施工工程量和建筑运行阶段能耗等方面考虑，包括但不限于：建筑开间、建筑进深、建筑层高、建筑体形系数、窗墙比、。

5.2.4 调整建筑开间、建筑进深、建筑层高等可改变建筑施工工程量，从而影响建筑碳排放量；调整建筑体形系数、窗墙比等可改变建筑运行阶段的能耗，从而影响建筑碳排放量。

5.2.5 影响经济性能的形态空间类设计参量主要考量对建筑工程量和建筑能耗有影响的因素，包括但不限于：建筑开间、建筑进深、建筑层高、建筑层数、墙柱尺寸、窗墙比。

5.2.5 调整建筑开间、建筑进深、建筑层高、建筑层数、墙柱尺寸、窗墙比等形态空间类设计参量可改变建筑工程量，从而影响建筑工程建设一次性经济投入；调整外墙厚度、窗墙比等可改变建筑能耗，从而影响建筑全生命周期总经济投入。

5.2.6 形态空间类优化设计参量选取应结合经济、技术水平以及实际应用情况综合考虑。

5.2.6 形态空间优化设计参量是影响建筑外观以及建筑预算的重要因素，在选取时要结合具体的施工技术条件，考虑优化设计参量在实际应用中的可行性以及经济合理性，综合权衡后进行选择。

5.3 材料构造类优化设计参量

5.3.1 影响建筑能耗性能的材料构造类设计参量可从建筑内外传热效率和材料蓄热能力等方面考虑，包括但不限于：建筑材料热工特性、保温构造方式、材料厚度、窗构造形式、玻璃性能。

5.3.1 调整构造方式、保温层厚度、窗构造形式、玻璃性能等可改变围护结构传热系数影响建筑能耗；调整建筑结构材料等可改变建筑自身蓄热特性影响建筑能耗。

5.3.2 影响建筑物理环境性能的材料构造类设计参量主要考量对建筑光环境、风环境、声环境以及热环境有影响的因素，包括但不限于：建筑围护结构材料热工、光学及声学特性、构造方式、材料厚度、开窗方式、遮阳构件形式。

5.3.2 调整遮阳构件形式、材料光学特性等会对建筑光环境产生影响；调整开窗方式等会对建筑风环境产生影响；调整材料声学特性等会对建筑声环境产生影响；调整建筑围护结构材料热工特性、构造方式及材料厚度等会对建筑热环境产生影响。

5.3.3 影响建筑结构性能的材料构造类设计参量主要考量对建筑主体结构抗震性和安全性有影响的因素，包括但不限于：结构形式、建筑材料力学特性、配筋率、防潮层设置、保护层厚度。

5.3.3 例如调整结构形式、材料力学特性、配筋率等可改变主体结构整体力学性能影响建筑抗震性；调整防潮层设置、保护层厚度等会改变建筑主体结构使用寿命影响建筑安全性。

5.3.4 影响建筑碳排放性能的材料构造类设计参量可从影响建筑施工工程量、建筑运行阶段碳排放量及建筑材料种类等方面考虑，包括但不限于：砌体层厚度、保温层厚度、保温材料种类。

5.3.4 调整砌体层厚度等可改变建筑施工工程量影响建筑碳排放量；调整保温层厚度等可改变建筑运行阶段的能耗影响建筑碳排放量；此外，不同建筑材料由于生产过程和工艺的不同也会导致建筑在全生命周期内具有不同的碳排放水平。

5.2.5 影响经济性能的材料构造类设计参量主要考量对建筑工程造价和建筑能耗有影响的因素，包括但不限于：建筑材料、配筋率、保温构造形式、保温层厚度。

5.2.5 调整建筑材料、配筋率等设计参量可改变建筑工程造价影响建筑工程建设一次性经济投入；调整保温构造形式、保温层厚度等可改变建筑能耗影响建筑全生命周期总经济投入。

5.3.6 材料构造类优化设计参量选取应结合经济、技术水平以及实际应用情况综合考虑。

5.3.6 材料构造类优化设计参量是涉及到建筑的工程实现和施工方式，在选取时要结合实际的材料、构件获取条件和施工技术条件，同时注重其经济合理性，综合权衡后进行选择。

5.4 设备运行类优化设计参量

5.4.1 影响建筑能耗性能的设备运行类设计参量可从设备运行总能耗和能源利用效率等方面考虑，包括但不限于：设备类型、设备运行模式、设备运行时间、设备运行效率。

5.4.1 设备运行模式、设备运行时间等可会设备运行能耗产生影响；调整设备类型、设备运行效率会对设备的能源利用效率产生影响，进而影响建筑能耗。

5.4.2 影响建筑物理环境性能的材料构造类设计参量主要考量对建筑风环境、声环境以及热环境有影响的因素，包括但不限于：设备运行模式、设备运行时间、设备运行效率、设备噪音。

5.4.2 通风及空调设备的运行模式、运行时间及运行效率会对建筑风环境和热环境产生影响；不同设备产生的噪音对建筑声环境会产生不同影响。

5.4.3 设备运行类优化设计参量对建筑结构性性能没有显著影响，可不考虑。

5.4.3 运行设备类优化设计参量对建筑结构的影响主要源自设备自重和震动，对建筑结构性性能几乎没有显著影响，因此可不用考虑。

5.4.4 影响建筑碳排放性能的设备运行类设计参量主要考量设备种类和对设备运行方式有影响的因素，包括但不限于：设备种类、设备运行效率、设备运行时间。

5.4.4 不同设备种类和设备运行效率在相同运行时间内的碳排放量不同；相同设备不同运行时间的碳排放量也不同。

5.4.5 影响经济性能的设备运行类设计参量主要考量设备种类和对设备运行能耗有影响的因素，包括但不限于：设备种类、设备运行效率、设备运行时间。

5.4.5 不同设备种类的价格不同，其经济性能也不同；同一设备的运行效率和运行时间不同可改变建筑能耗，从而影响建筑全生命周期总经济投入。

5.4.6 设备运行类优化设计参量选取应结合经济、技术水平以及实际应用情况综合考虑。

5.4.6 设备运行类优化设计参量的选取需要结合设计方案中实际的设备情况确定，如设备的位置、设备型号和功率，同时考虑经济技术水平条件的限制。

6 优化约束条件

6.1 一般规定

6.1.1 为满足建筑设计的实用性与经济性，应在确定性能目标和优化设计参量后，制定相应的约束条件。

6.1.1 基于确定的性能目标和优化设计参量类型，基于不同类型目标和参量的不同特点，设置相应约束条件。约束条件可将多目标寻优的可行解探索空间限制在合乎需求且不违背设计规律的范围内，其具体设置应以建筑设计和施工建造客观规律为标准，兼顾实用性与经济性。

6.1.2 约束条件分为值域约束条件和常量约束条件两类，包括优化设计参量约束条件、性能目标约束条件和边界参量约束条件三方面内容。

6.1.2 值域约束条件限定了优化设计参量与性能目标的数值范围，应根据建筑设计和施工建造客观规律和相应的建筑设计规范制定。常量约束条件包括步长、种群数、迭代次数、交叉率，变异率等参量，应根据优化需求，平衡所需的优化时间和优化效果确定。建议种群规模设定为 20–200，交叉率设定为 0.4–1，变异率设定为 0.001–0.1，迭代次数可根据末代解的收敛程度判定，步长根据具体优化设计参量的取值范围和模数特点确定。

6.1.3 约束条件应基于地域性要求，符合建筑设计实际需求。

6.1.3 约束条件的设置应基于地域性气候条件和建筑设计条件等要求，如严寒地区的能耗分为供暖能耗和非供暖能耗，在对非供暖能耗进行优化时宜将其约束条件的上限设置为《民用建筑能耗标准》GB/T 51161–2016 中严寒地区特定的非供暖能耗指标约束值。同时约束值的设置要符合实际需求，如面宽进深比不宜过大等。再如不同建筑具有不同的采光标准限值要求，在《建筑采光设计标准》GB 50033–2013 中对住宅建筑、教育建筑、医疗建筑、办公建筑等的采光标准值均有明确规定。

6.2 优化设计参量约束条件设定

6.2.1 优化设计参量约束条件应符合国家现行相关设计规范、标准的规定。

6.2.1 在优化设计参量类型确定之后，需要先查阅相关法规和标准，归纳相关的规范条款，如《公共建筑节能设计标准》GB 50189–2015 等国家和地方现行标准中对于体形系数、窗地比、围护结构热工性能等优化设计参量的规定。

6.2.2 优化设计参量约束条件在国家现行有关标准没有规定的，应结合经济与技术性进行分析。

6.2.2 优化设计参量约束条件在国家现行有关标准没有规定的，或者只规定了其上限或下限的，应以建筑设计和施工建造客观规律为标准，综合分析其经济与技术性，针对需优化设计参量类型的特点和实际情况进行约束条件设置。

6.2.3 宜结合抽样调查数据，对优化设计参量步长和值域进行约束条件设定。

6.2.3 通过抽样调查可了解优化设计参量值在既有建筑中的分布情况，是确定步长和值域等约束条件的重要依据。

6.3 性能目标约束条件设定

6.3.1 性能目标的约束条件设定应符合国家现行有关标准的规定。

6.3.1 在性能目标类型确定之后，需要先查阅相关法规和标准，设置与相应类型有关的约束条件，如确定 PMV 和 PPD 为热舒适性能评价指标，按《民用建筑室内热湿环境评价标准》GB/T 50785-2012 中人工冷热源热湿环境的评价等级 I 级 $PPD \leq 10\%$ ， $-0.5 \leq PMV \leq +0.5$ ；II 级 $10\% < PPD \leq 25\%$ ， $-1 \leq PMV < -0.5$ 或 $+0.5 < PMV \leq +1$ ；III 级 $PPD > 25\%$ $PMV < -1$ 或 $PMV > +1$ ；可设置 PPD 的上限约束值为 25%，PMV 的约束区间为 $-1 \leq PMV \leq +1$ ，其它在相关法规和标准中提及的性能目标，可以此类推进行约束条件设置。

6.3.2 国家现行有关标准没有规定的，应结合经济性和施工可行性进行分析设定。

6.3.2 性能目标在国家现行有关标准没有规定的，或者只规定了其上限或下限的，应以建筑设计和施工建造客观规律为标准，综合分析设计目标的技术经济可行性，针对需性能目标类型的特点进行约束条件设置。

6.3.3 性能目标约束条件应充分考虑多性能权衡需求。

6.3.3 性能目标约束条件应尽可能满足多性能权衡的需求，因为多目标优化问题中需优化的建筑性能很多具有负相关性，对一个性能目标的约束可能间接约束另一个性能目标。因此性能目标约束条件的设置应权衡考虑各建筑性能目标水平。

6.4 边界参量约束条件设定

6.4.1 边界参量约束条件多为常量约束。

6.4.1 边界参量的约束条件多为常量，如包括性能模拟边界条件、遗传优化边界条件，是优化设计过程顺利开展的保障，其数值设定可参考本规范 6.1.2 或软件工具说明，或结合实际

情况自行设定。

6.4.2 边界参量约束条件设定应符合国家现行有关标准的规定，可采用得到广泛验证的计算模拟软件的默认设置。

6.4.2 本标准涉及的边界参量约束条件基本没有现行的国家法律法规和相关标准规定，在具体设置时可以参考本规范 6.1.2 或软件说明，或结合实际情况自行设定。

6.4.3 边界参量的约束条件设定应符合实际真实情况。

6.4.3 边界参量的约束条件应遵循建筑设计和施工建造客观规律，如一些模拟工况和边界条件的设置，需要最大限度符合实际真实情况。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”反面词采用“不宜”。

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 标准中指明应按其他有关标准执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《民用建筑热工设计规范》GB 50176
- 2 《建筑采光设计标准》GB 50033
- 3 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 4 《民用建筑能耗标准》GB/T 51161
- 5 《民用建筑能耗分类及表示方法》GB/T 34913
- 6 《民用建筑室内热湿环境评价标准》GB/T 50785
- 7 《建筑碳排放计量标准》CECS 374